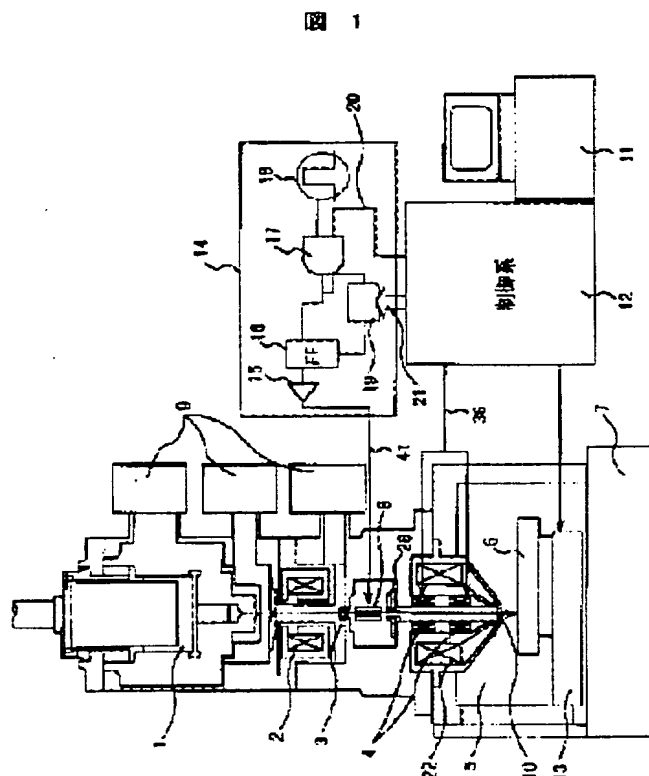


# ELECTRON BEAM LITHOGRAPHIC METHOD AND MACHINE, AND MARK RECORDING METHOD

**Patent number:** JP2003051437  
**Publication date:** 2003-02-21  
**Inventor:** HOSAKA SUMIO; SUZUKI TATSUTO; NISHIDA TETSUYA  
**Applicant:** HITACHI LTD  
**Classification:**  
- international: H01L21/027; G03F7/20; G11B7/26; H01J37/147; H01J37/305  
- european:  
**Application number:** JP20010237374 20010806  
**Priority number(s):** JP20010237374 20010806

## Abstract of JP2003051437

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electron beam lithographic method and machine, and a mark-recording method, which can form a fine recording mark or a pattern of a semiconductor element more accurately, under the control of a light exposure quantity.  
**SOLUTION:** A blanking function is provided with a blanking function and a light-exposure quantity control function, the functions of which are realized by signal processing or with use of two blanking electrodes. As a result, the exposure light quantity can be corrected, according to a variation in the exposure light quantity caused by width control of a recording mark, and a uniform exposure light density can be obtained.



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-51437

(P2003-51437A)

(43)公開日 平成15年2月21日(2003.2.21)

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/20 5 0 4	2H097
G 0 3 F 7/20	5 0 4	G 1 1 B 7/26 5 0 1	5C033
G 1 1 B 7/26	5 0 1	H 0 1 J 37/147	C 5C034
H 0 1 J 37/147		37/305	B 5D121
37/305		H 0 1 L 21/30 5 4 1	E 5F056
審査請求 有 請求項の数5		O L	(全8頁)

(21)出願番号 特願2001-237374(P2001-237374)

(22)出願日 平成13年8月6日(2001.8.6)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成13年度新エネルギー・産業技術総合開発機構(再)委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 保坂 純男

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 鈴木 達人

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外2名)

最終頁に続く

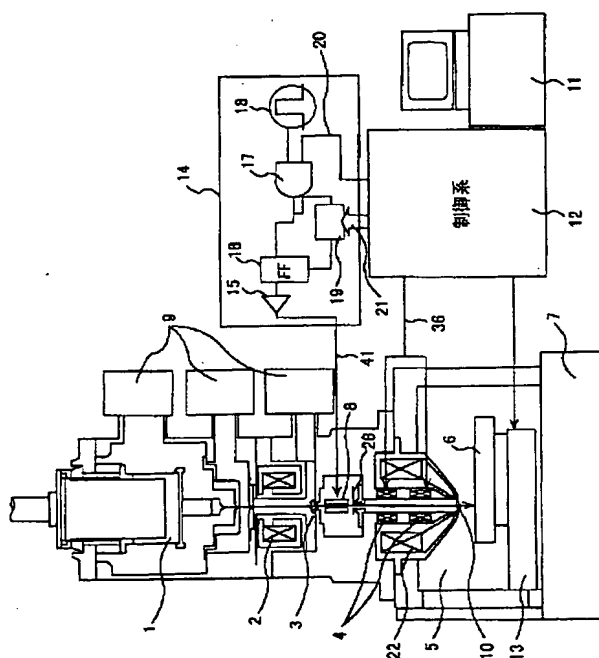
(54)【発明の名称】 電子線描画方法およびその装置並びにマーク記録方法

(57)【要約】

【課題】 露光量制御に基づいて、微小な記録マークあるいは半導体素子のパターンをより正確に形成することができるようにした電子線描画方法およびその装置並びにマーク記録方法を提供することにある。

【解決手段】 ブランキング機能にブランキング機能と露光量制御機能を持たせ、これらを信号処理あるいは2つのブランキング電極で実現した。その結果、記録マークの幅制御の際に発生する露光量変化に対応して露光量を補正することができ、均一な露光密度を得ることができる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】微小に絞った電子線を試料に照射して微細パターンを描画する方法において、

前記微細パターンを描画する電子線の露光量を制御することを特徴とする電子線描画方法。

【請求項2】微小に絞った電子線を試料の移動方向に交差する方向に振動させて振幅を制御して試料に照射してスパイラル状、同心円状あるいは直線状に配列した記録情報をもつマークを描画する際、前記マークへの電子線の露光量を制御することを特徴とするマーク記録方法。

【請求項3】電子銃と該電子銃から放射された電子線を絞るコンデンサレンズと試料への電子線の照射のON/OFFを制御するブランキング電極を有するブランキング制御手段と前記コンデンサレンズで絞られた電子線を偏向する偏向電極と更に試料上に電子線を微小に絞って照射する対物レンズとを有する電子光学系を設け、該電子光学系の対物レンズで微小に絞った電子線を前記偏向電極により試料の移動方向に交差する方向に振動させて振幅を制御する振幅制御手段と、該振幅制御手段で制御された振幅で振動させて電子線を試料に照射して微細パターンを描画する際、前記微細パターンへの電子線の露光量を制御する露光量制御手段とを備えたことを特徴とする電子線描画装置。

【請求項4】前記露光量制御手段を、ブランキング電極へのパルス幅変調制御手段または電子線がON時のブランキング電極への電圧制御手段で構成することを特徴とする請求項3記載の電子線描画装置。

【請求項5】前記露光量制御手段を、露光量制御電極を持たせて構成したことを特徴とする請求項3記載の電子線描画装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光及び磁気記録媒体の微小な記録ビットや微細なガイド溝などを正確に形成する電子線描画方法およびマーク記録方法並びに電子線描画装置に係わり、特に、超高密度マスタリング用電子線描画方法およびその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、情報化社会の進展は目覚ましく、より多くの情報を記憶できる技術の開発が要求されている。現在、ディスク型ファイルメモリの研究分野では記録ビット径の微細化と共に多値記録化が進められている。現在では、光記録で約0.4μmのビット径であるが、これ以上の向上は困難な状況にある。しかし、2002年には、20～25GBの大容量光ディスクが必要となる。現在の容量が4.7GB（記録密度約3Gb/in<sup>2</sup>）であり、この4～5倍が要求され、記録密度約15Gb/in<sup>2</sup>が要求される。これを実現するには現状のビット径から半分以下、0.2μmより小さい記録ビット径の実現が必要となる。これに伴い、書き込み／

読み出しに必要なビーム径は、100nm前後のサブミクロン径が必要となる。（このように微小なビットや間隙は100nm以下の微小なパターンが必要となる。）一方、現行の光技術では、ビーム系は現状のままで多値記録ができないかと研究が進められている。現状の技術では、青色レーザ（波長：400nm）及び高NA化（NA：0.95）を使用しても、ビーム径は約250nmとなり、高密度化は非常に難しくなる。

【0003】そこで、最近では、上述の微小光スポットと多値記録方式を採用しようとする要求が高まっている。多値記録に関する最近の提案は、通産省高エネルギー開発機構（NEDO）から委託されている（財）光産業技術振興協会のナノメートル制御光ディスクシステムプロジェクトの紹介冊子（従来技術1）に報告されている（小川清也“ナノメートル制御光ディスクシステムプロジェクトの概要”第1回次世代光メモリシンポジウム講演資料（（財）光産業技術進行協会発行、平成11年11月1日））。上記従来技術1には、プロジェクトで提案されている100Gb/in<sup>2</sup>の高密度記録方式の例が示されている。この高密度記録方式としては、1つのマークに8bitsの多値情報をもつ多値記録の方式が提案されている。ところで、マークの中心位置の間隔は380nm、トラック間隔は140nmと非常に微小なものとなっている。多値記録は、マークのタンジェンシャル方向の長さをマーク内にシステムで設定された位置から最小の長さを取り、そこから7nm刻みで16レベル（4bits）を設定することによって、100Gb/in<sup>2</sup>が実現される。この方式をエッジ変調記録と言う。ここでは、さらに、マーク内にシステム内で設定された位置の前後にこのエッジ変調記録を行うので、1つのマークに2倍の8bitsの情報をもたせることができる。しかし、この場合、ビット長さの精度を1nm以下にすることが必要となる。

【0004】また、電子線描画装置の従来技術としては、「Y.KojimaらによりJapanese Journal of Applied Physicsの第37巻の2137ページ」（従来技術2）において概要が知られている。

【0005】具体的には、図2において、左側には電子光学系の簡略図を示し、右側にはブランキング回路14を含めた制御系を示す。電子光学系は、電子銃チップ27から電界放射により得られた電子ビーム10をコンデンサレンズ2で絞り、さらに対物レンズ2.2で試料6上に絞り込み、ナノメートルオーダーのビームスポットを得る。この時、ブランキング電極8の中心は、コンデンサレンズ2で作られるクロスオーバー点に一致したほうが良い。さらに、制御系12から出力されたブランキング信号20は、アンプ32を通り適切に電子ビーム10がブランキングされる信号に直されて駆動回路24に入力し、ブランキング電極8を駆動する。この時、電子ビーム10を瞬時に切るためにアパーチャ28を設けた。こ

れにより、立ち上がりの高いブランキング特性が得えられる。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術 1 に記載された多値記録方法では実現性が少なく、別な多値情報記録方法が必要となることも徐々に分かっている。

【0007】そこで、我々は、特願 2000-195096 において、幅に多値情報を持たせることによって高密度記録を容易に実現することを提案した。この場合においても同様に、正確なビット幅サイズが必要となる。

【0008】他方、上記従来技術 2 には、多値情報を持たせるマーク幅の制御についても記載されていなく、しかも露光量制御についても考慮されていない。

【0009】本発明の目的は、露光量制御に基づいて、微小な記録マークあるいは半導体素子のパターンをより正確に形成することができるようにした電子線描画方法およびその装置並びにマーク記録方法を提供することにある。

【0010】また、本発明の他の目的は、正確なビット幅サイズを形成できるようにしたマーク記録方法を提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、微小に絞った電子線を試料に照射して微細パターンを描画する方法において、前記微細パターンを描画する電子線の露光量を制御することを特徴とする。即ち、本発明は、光や磁気ディスクの他に、半導体装置にも適用可能である。また、本発明は、前記電子線描画方法において、前記電子線の露光量の制御を、ブランキング特性を制御することによって行うことを特徴とする。また、本発明は、前記電子線描画方法において、前記ブランキング特性としてブランキング機能及び露光量制御機能を有することを特徴とする。

【0012】また、本発明は、微小に絞った電子線を試料の移動方向に交差する方向に振動させて振幅を制御して試料に照射してスパイラル状、同心円状あるいは直線状に配列した記録情報をもつマークを描画する際、前記マークへの電子線の露光量を制御することを特徴とするマーク記録方法である。

【0013】また、本発明は、前記マーク記録方法における前記マークにおいて、タンジェンシャル方向に長さの情報、ラディアル方向に幅の情報あるいは中心がトラック上からラディアル方向にオフセット量の情報をもつことを特徴とする。また、本発明は、前記マーク記録方法において、前記マークへの電子線の露光量の制御を、ブランキング特性を制御することによって行うことを特徴とする。また、本発明は、前記マーク記録方法において、前記ブランキング特性としてブランキング機能及び露光量制御機能を有することを特徴とする。また、本発

明は、前記マーク記録方法において、前記露光量制御機能が、パルス幅変調制御であることを特徴とする。また、本発明は、前記マーク記録方法において、前記露光量制御機能が、電子線が ON 時の電圧制御であることを特徴とする。

【0014】また、本発明は、電子銃と該電子銃から放射された電子線を絞るコンデンサレンズと試料への電子線の照射の ON/OFF を制御するブランキング電極を有するブランキング制御手段と前記コンデンサレンズで絞られた電子線を偏向する偏向電極と更に試料上に電子線を微小に絞って照射する対物レンズとを有する電子光学系を設け、該電子光学系の対物レンズで微小に絞った電子線を前記偏向電極により試料の移動方向に交差する方向に振動させて振幅を制御する振幅制御手段と、該振幅制御手段で制御された振幅で振動させて電子線を試料に照射して微細パターンを描画する際、前記微細パターンへの電子線の露光量を制御する露光量制御手段とを備えたことを特徴とする電子線描画装置である。

【0015】また、本発明は、前記電子線描画装置において、前記露光量制御手段を、前記ブランキング制御手段に備えたことを特徴とする。また、本発明は、前記電子線描画装置において、前記露光量制御手段を、ブランキング電極へのパルス幅変調制御手段で構成することを特徴とする。また、本発明は、前記電子線描画装置において、前記露光量制御手段を、電子線が ON 時のブランキング電極への電圧制御手段で構成することを特徴とする。また、本発明は、前記電子線描画装置において、前記露光量制御手段を、露光量制御電極を持たせて構成したことを特徴とする。また、本発明は、前記電子線描画装置において、前記ブランキング制御手段におけるブランキング電極に入力するブランキング用駆動電圧が、前記露光量制御手段における露光量制御用駆動信号より大きく設定することを特徴とする。

【0016】また、本発明は、図 3 (d) のような露光量に制御するために、(1) パルス幅変調方式や (2) ブランキング時にビームをカットする際の過渡特性を使用する。以下にその手法を述べる。

(1) のパルス幅変調方式は、繰り返しパルスを生じ、その時のデューティを制御することにより、露光量制御する方法である。即ち、(1) は、図 4 に示すようにブランキング信号を補正して露光量制御を行う。図 4 (a) は図 3 (d) と同じであり、露光補正量である。右端のビットは真中から右と左では露光量が違う。これをブランキング信号の機能を含みパルス変調で露光制御すると図 4 (c) のような信号波形となる。左側の露光量が少ないところではデューティは 60 % 程度であるが、右側では、100 % に近いパルス列となる。このようにパルス幅変調で露光量を補正することができる。

(2) の方式は、電子ビームブランキングーブランキング電圧特性を利用して、ビーム ON 時のブランキング電

圧を制御する方法である。即ち、(2)は図5に示すブランキング電圧—電子ビームブランキング特性(図5(b))から必要な電圧、V1、V2を求め(V1:図4(a)の右側マークの右部分、V2:該右マークの左部分)、ビームON時にV1、V2となるように制御することにより、露光量を制御する方法である。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明に係る電子線描画方法およびその装置並びにマーク記録方法の実施の形態について図面を用いて説明する。

【0018】我々は、特願2000-195096において、幅に多値情報を持たせることによって高密度記録を容易に実現することを提案した。即ち、本発明に係る描画対象(マーク記録対象)としては、図3(a)に示す如く、スパイラル状、同心円状あるいは直線状に配列した記録情報をもつマーク若しくはマーク列がある。その外に描画対象としては、半導体素子のパターンが考えられる。上記マーク若しくはマーク列において、タンジェンシャル方向に長さの情報、ラディアル方向に幅の情報あるいは中心がトラック上からラディアル方向にオフセット量の情報をもたせることによって、多値情報を高密度で記録することが可能となる。

【0019】以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

【0020】[第1の実施の形態]図1及び図4は、本発明に係る第1の実施の形態である、露光量制御を電気パルス幅制御で行う電子線描画装置を示す図である。図1において、電子光学系は、ショットキエミッション型電界放射電子銃1、コンデンサレンズ2、真空排気するイオンポンプ9、電子ビームを通すバルブ3、ブランキング電極8、アパチャ28、偏向コイル4、イオンポンプ9、および対物レンズ22から構成されている。この光学系を試料室5や真空排気系7に結合して筐体部分を形成している。試料室5には、試料6を支える試料台と直交あるいは回転移動機構13があり、記録マークを同心円状およびスパイラル状に回転移動することができる。これにより、光および磁気記録媒体上に微小なビットを同心円状あるいはスパイラル状にマーク列として形成することができる。この時、機構系は1 $\mu$ m前後の位置誤差を持つ。これを偏向系で、フィードフォワード制御して高精度なマーク列形成を行う。

【0021】なお、このマーク列形成を行う際、均一性および高精度を確保するために、基本的には、電子銃チップ27から電界放射により得られた電子ビーム10をコンデンサレンズ2で絞り、さらに対物レンズ22で試料6上に絞り込み、ナノメータオーダーのビームスポットのビーム径およびビーム電流を変えないで行う必要がある。そのため、以下に説明するように、電子ビーム偏向による振幅制御およびブランキング制御に基づく露光量制御が必要となる。

【0022】次に、電子ビーム偏向による振幅制御の具体例について、図3を用いて説明する。まず、振幅変調したマーク列を描きたい場合について説明する。図3

(a)は、振幅変調したマーク列を描きたい場合の各部の信号を示したものである。このマーク列において、MPはマークピッチ、lは一つのマークの長さ、wは一つのマークの幅を示す。30は、スパイラル状、同心円状あるいは直線状に配列した記録情報のトラック中心を示す。31は、描画対象の回転方向或いは移動方向を示す。さらに、図3(b)は、図3(a)に示すマーク列を描画する場合の偏向電極35に印加するビット幅制御信号(電子線偏向信号)36を示す図である。この図3(b)に示すビット幅制御信号による偏向電極35への制御に基づいて、電子ビーム10はマークの長さ方向に対してほぼ垂直方向に振動して所望の幅のマークを形成することができる。

【0023】即ち、マークの幅を図3(a)のように描画しようとする、図3(b)のように電子線10を試料台移動方向にほぼ垂直な方向に振動させ、その振幅を制御することにより、ビット幅を制御することが可能となる。

【0024】しかし、この時、試料6が等速運動をしている直線移動台や回転体13上に載置され、試料6が等速運動をしているため、あるいはこまめに速度を変えることができないため、試料上では図3(c)に露光量の相対変化として示すように、露光量、ドーズ量が一定とされない。このため正確なマーク幅を形成することができないことになる。これは、露光量制御機能が電子光学的に持っていないことによるものである。

【0025】そこで、本発明は、電子ビームの露光量を制御する手段を備え、図3(d)に均一な露光密度を得るための制御露光量(任意の単位)で示すように露光量を制御することにある。このように、単位面積当たり一定な露光量(一定なドーズ量:一定な露光密度)となるように露光量を補正するためには、図3(d)のように露光量を制御することが必要となる。即ち、本発明は、電子ビームが試料上に到達する際、その露光量を制御できる機能を電子光学的に実現することである。

【0026】ところで、第1の実施の形態では、図3(d)のような露光量制御を実現するために、図1に示す如く、パルス幅変調方式を使用した。

【0027】パルス変調方式は、図4に示すように、パルス発生器18から繰り返しパルスを発生させ、その時のパルスのデューティを制御すること(パルス幅制御)により、露光量制御を行う方法である。図4(b)に示すブランキング信号20を、図4(c)に示すように補正(パルス変調)して露光量制御を行う。図4(a)は、図3(d)と同じであり、相対的な露光補正量である。右端のビットは真中から右と左では露光量が違う。これをブランキング信号20の機能を含みパルス幅変調

で露光制御すると図 4 (c) のような信号波形となる。左側の露光量が少ないところではデューティは 60% 程度であるが、右側では、100% に近いパルス列となる。このようにブランキング回路 14 で形成されたパルス幅変調された信号 41 をブランキング電極 8 に印加することによって、露光量を補正することができる。この時の信号 41 は、図 1 の右上に示したブランキング回路 14 で形成される。制御系 12 は、計算機システム 11 から出力されたデータを基に、ブランキング信号 20 と露光量制御信号 21 をブランキング回路 14 に入力する。アンド回路 17 は、入力されたブランキング信号 20 と、パルス発生器 18 から入力された信号 (パルス列) とのアンドを取って、フリップフロップ (FF) 回路 16 に入力する。更に、アンド回路 17 から得られるパルス列は、遅延回路 19 にて遅延されて FF 回路 16 のリセット信号として入力される。このときの遅延時間は、露光量制御信号 21 により決定される。このようにして FF 回路 16 から得られた信号は、駆動回路 15 にて適切な大きさの電圧に変換され、図 4 (c) に示すパルス列の信号 41 を得ることができる。このように、図 3 (b) に示すピット幅制御信号 (電子線偏向信号) 36 を偏向コイル 4 に印加してマーク幅制御を行いながら、図 4 (c) に示す均一な露光密度を得るためのブランキング制御信号 (パルス幅のデューティ制御信号) 41 をブランキング電極 8 に印加することにより、図 4

(a) に示す如く均一な露光量 (均一な露光密度) で、マーク (パターン) 形成を実現することができ、その結果、ナノメータのレベルで正確なマーク幅形成が可能となり、微小な記録マークあるいは半導体素子のパターンがより正確に形成することが可能となる。

【0028】 [第 2 の実施の形態] 第 2 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と相違する点は、図 5 に示すように、ブランキング特性を利用した露光量制御である。図 5 (a) はブランキングされた電子ビーム 34 の光路を示す。ブランキング電極 8 の中心は電子ビームがコンデンサレンズ 2 で作られたクロスオーバー点になるように配置される。これにより試料 6 上に絞り込まれたスポット位置は、ブランキング信号 33 により電子ビームを振られても位置的な変化はしなくなり、電子ビーム 10 の強さのみ変化する光学系となっている。このように電子光学系を設計すると、ブランキング電圧—電子ビームブランキング特性 (ビーム ON/OFF 特性) は、電子ビームの一部がアパーチャ 28 で遮られることによって、図 5 (b) のように得られる。

【0029】 例えば、図 4 (a) の右側マークの露光量補正を行う場合、それぞれ必要な電圧、V1、V2 (V1: 図 4 (a) のマークの右部分、V2: 図 4 (a) のマークの左部分) を求めることができる。これらの電圧がビーム ON 時に V1、V2 となるようにブランキング電極 8 を制御することにより、一定な露光密度に露光量

を制御することができる。その結果、第 1 の実施の形態と同様に、図 4 (a) に示す如く均一な露光量 (均一な露光密度) で、マーク (パターン) 形成を実現することができる。

【0030】 [第 3 の実施の形態] 第 3 の実施の形態において、第 1 及び第 2 の実施の形態と相違する点は、図 6 に示すように、2 組のブランキング電極 8、26 を用いることにある。第 1 及び第 2 の実施の形態は、信号により実行したものであるが、ブランキング電極の感度や高速性などが異なるため、第 3 の実施の形態は、それぞれの機能に合ったブランキング電極により、より実用的なブランキングおよび露光量制御が可能となる。図 6 は、2 組のブランキング電極 8、26 に適用した具体的実施例を示す図である。ブランキング回路 14 には 2 つのチャンネル 61、62 を設け、一つのチャンネル 61 にはブランキング機能を、他方のチャンネル 62 には露光量制御機能を設けた。一つのチャンネルは、制御系 12 からのブランキング信号 20 に基づく駆動回路 24 によって図 7 (a) に示すブランキング機能を有する信号 61 として形成する。他方のチャンネルは、制御系 12 からの露光量制御信号 21 を DA 変換器 23 でアナログ信号に変換して駆動回路 25 によって図 7 (b) に示す露光量制御機能を有する信号 62 として形成する。そして、それぞれの信号 61、62 は、第 1 のブランキング電極 8、第 2 のブランキング電極 26 に入力されて、上記の機能を実現している。

【0031】 この 2 組のブランキング電極を用いると、ブランキング機能用にはビームを大きく振り、完全にビームを切ることには専念でき、遮断感度として大きいものを選ぶことができる。一方、露光量制御用には遮断感度は小さいものが適する。このように感度を比べてもそれぞれ異なるものが良く、この方式は、実用に近いといえる。

【0032】 また、この方式を、上記第 1 の実施の形態であるパルス変調方式に適用すると、露光量制御信号のパルス周波数は、高くとる必要があり、第 2 のブランキング電極 26 の容量を小さくする必要がある。第 2 のブランキング電極 26 は遮断感度を小さくすると容量も小さくなり、また、99% 程度の遮断率で良いので、駆動電圧も小さくて良い。即ち、高速露光量制御には非常に都合が良いこととなる。

【0033】 以上説明したように、本発明に係る実施の形態によれば、記録マークの幅制御の際に発生する露光量変化に対応させて露光量を補正することにより、均一な露光密度を得ることができる。これにより正確なマーク幅形成が可能となる。以上の具体例は、光および磁気ディスクに適用するための例を示したが、移動台がステップアンドレPEAT運動する半導体用の電子線描画装置に適用しても本発明の範疇である。

【0034】 また、上記第 3 の実施の形態では、パルス

幅変調の例は示さなかったが、当然露光量制御にパルス幅変調も用いることができる。また、ブランキング電圧の最大値は露光量制御の電圧の最大値より大きいことが望ましい。これはブランキング機能が完全に電子線を遮断する必要があるためである。

【0035】さらに、電子線を用いて微小パターンを描画する際、近接効果が現れる。これを本発明で補正することも本発明の範ちゅうである。

【0036】

【発明の効果】本発明によれば、記録マークの幅制御の際に発生する露光量変化に対応させて露光量を補正することにより、均一な露光密度を得ることができ、その結果正確なマーク幅形成が可能となり、さらに微小な記録マークあるいは半導体素子のパターンがより正確に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1の実施の形態であるパルス幅制御による露光量制御を有する電子線描画装置を示す構成図である。

【図2】従来のブランキング機能を持つ電子線描画装置を示す図である。

【図3】本発明に係る電子ビーム偏向によりマーク幅制御を行うためのタイミングチャートを示す図である。

【図4】本発明における第1の実施の形態の特徴とするパルス幅制御により露光密度を均一化するタイミングチャートを示す図である。

ャートを示す図である。

【図5】本発明における第2の実施の形態の特徴とするブランキング特性を利用した露光量制御機能付きブランキング信号を説明する図である。

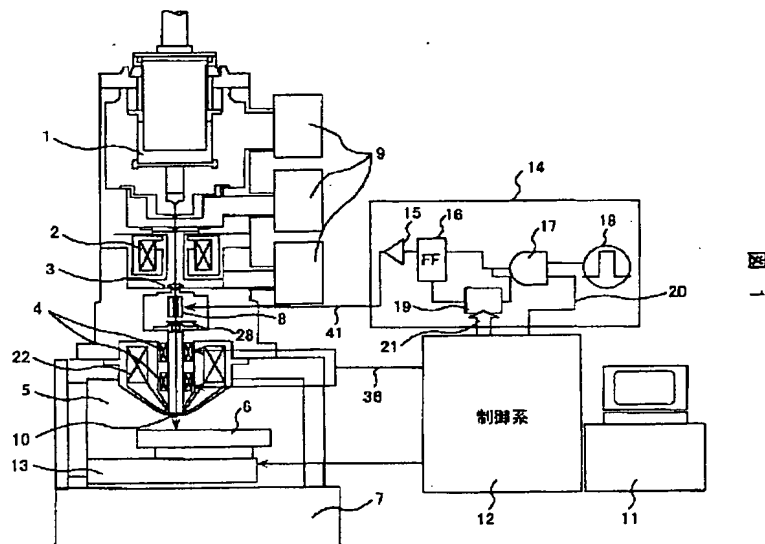
【図6】本発明における第3の実施の形態の特徴とする2組の平行平板電極あるいはブランキング電極を有する露光量制御付き電子線描画装置を示す図である。

【図7】図6に示す2組のブランキング電極を有した装置の各電極への印加信号の具体的実施例を示す図である。

【符号の説明】

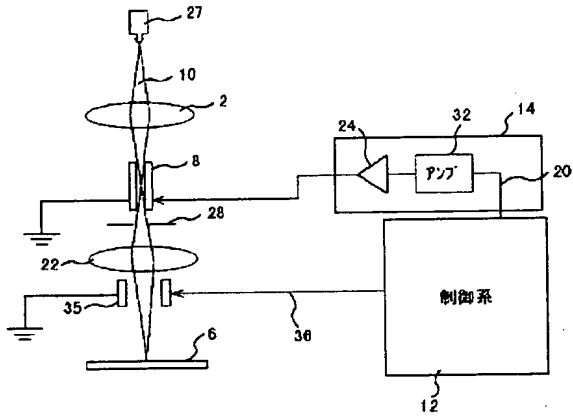
1…ショットキエミッション型電界放射電子銃、2…コンデンサレンズ、3…バルブ、4…偏向コイル、5…試料室、6…試料、7…真空排気系、8…ブランキング電極、9…イオンポンプ、10…電子線、11…計算機システム、12…制御系、13…直交あるいは回転移動機構、14…ブランキング回路、15…駆動回路、16…FF（フロップフリップ）回路、17…アンド回路、18…パルス発生器、19…遅延回路、20…ブランキング信号、21…露光量制御信号、22…対物レンズ、23…DA変換器、24…駆動回路、25…駆動回路、26…第2のブランキング電極、27…電子銃チップ、28…アパーチャ、30…トラック中心、33…ブランキング信号、34…ブランキングされた電子ビーム、35…偏向電極、36…偏向信号。

【図1】

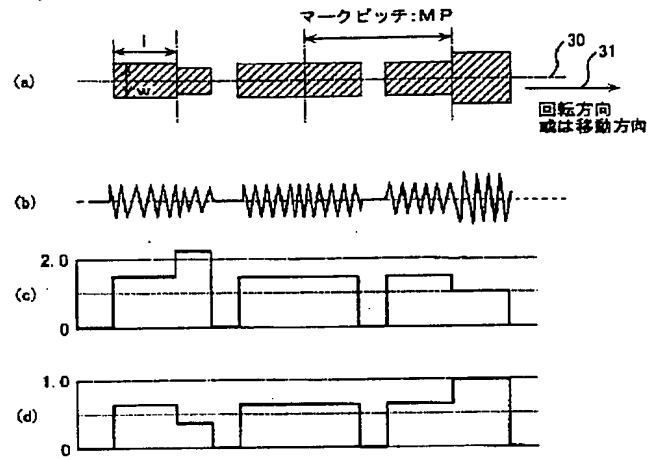


【図2】

図 2

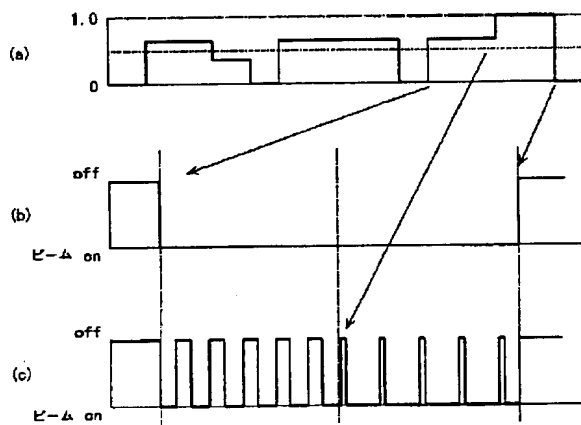


【図3】



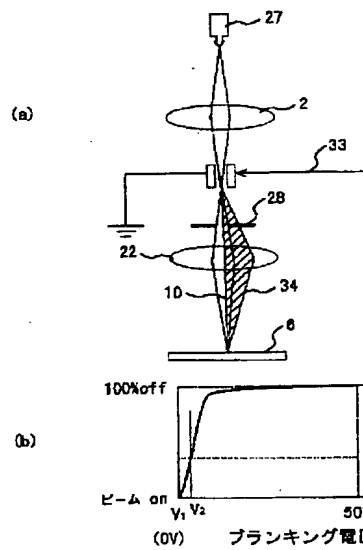
【図4】

図 4



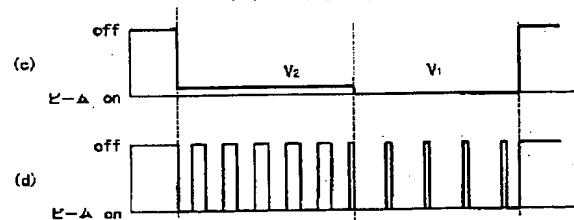
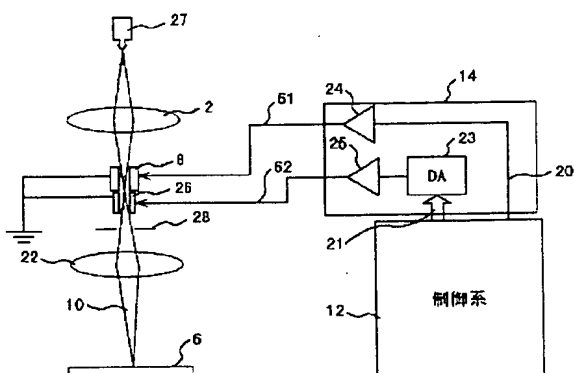
【図5】

図 5



【図6】

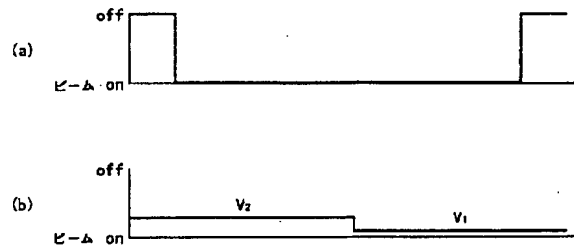
図 6





【図7】

図 7



---

フロントページの続き

(72)発明者 西田 哲也  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 2H097 BB01 CA16 LA10 LA20  
5C033 GG03  
5C034 BB03 BB04  
5D121 BB26 BB38  
5F056 AA02 CB05 CB13 CB16 EA03